

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant:	Koichiro Watanabe	Examiner:	Unassigned
Serial No:	To be assigned	Art Unit:	Unassigned
Filed:	Herewith	Docket:	17550
For:	OPTICAL DEFLECTION DEVICE, OPTICAL SWITCH, AND CONTROL METHOD OF OPTICAL DEFLECTION SURFACE		Dated: March 23, 2004

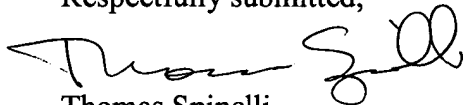
Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CLAIM OF PRIORITY

Sir:

Applicant in the above-identified application hereby claims the right of priority in connection with Title 35 U.S.C. § 119 and in support thereof, herewith submits a certified copy of Japanese Patent Application No. 2003-088516 (JP2003-088516) filed March 27, 2003.

Respectfully submitted,



Thomas Spinelli
Registration No.: 39,533

Scully, Scott, Murphy & Presser
400 Garden City Plaza
Garden City, New York 11530
(516) 742-4343
TS:dg

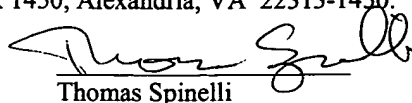
CERTIFICATE OF MAILING BY "EXPRESS MAIL"

Express Mailing Label No.: EV110702111US

Date of Deposit: March 23, 2004

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 C.F.R. § 1.10 on the date indicated above and is addressed to Mail Stop Patent Application, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Dated: March 23, 2004



Thomas Spinelli

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 3月27日

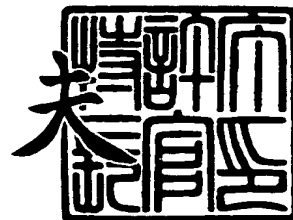
出願番号
Application Number: 特願2003-088516
[ST. 10/C]: [JP2003-088516]

出願人
Applicant(s): オリンパス株式会社

2004年 2月24日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3013117

【書類名】 特許願

【整理番号】 03P00253

【提出日】 平成15年 3月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 26/00

【発明の名称】 光偏向装置と、光スイッチと、光偏向装置の制御方法

【請求項の数】 9

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリnbas 光学
工業株式会社内

 【氏名】 渡辺 宏一郎

【特許出願人】

 【識別番号】 000000376

 【氏名又は名称】 オリnbas 光学工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100058479

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鈴江 武彦

 【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

 【識別番号】 100091351

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

 【識別番号】 100084618

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100100952

【弁理士】

【氏名又は名称】 風間 鉄也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0010297

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光偏向装置と、光スイッチと、光偏向装置の制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ビームを偏向する姿勢制御可能な光偏向面を有する光偏向部と、光偏向部を駆動するドライバと、ドライバを制御する制御信号を生成する制御手段と、光偏向部で偏向された光ビームの光強度に応じた光強度信号を出力する光強度検出部と、光強度検出部から出力される光強度信号の経時変化を監視して、その変化に関する情報を光強度監視信号として出力する光強度監視手段と、制御手段から出力される制御信号の経時変化を監視して、その変化に関する情報を制御信号監視信号として出力する制御信号監視手段とを有しており、制御手段は、光強度監視信号と制御信号監視信号とに基づいて光強度検出部からの出力信号を増大させる制御信号を生成する、光偏向装置。

【請求項 2】 制御信号監視手段は、異なる二つの時点における制御信号を保持する二つの制御信号保持部と、制御信号保持部に保持された二つの制御信号を比較して、その増減に関する情報を制御信号監視信号として出力する制御信号比較部とを有しており、光強度監視手段は、異なる二つの時点における光強度信号を保持する二つの光強度信号保持部と、光強度信号保持部に保持された二つの光強度信号を比較して、その増減に関する情報を光強度監視信号として出力する光強度信号比較部とを有している、請求項 1 に記載の光偏向装置。

【請求項 3】 制御手段は、制御信号監視信号と光強度監視信号とに基づいて、制御信号の増減を維持するか反転させるかの情報を判定信号として出力する判定信号出力部と、判定信号に基づいて制御信号を生成する制御信号更新部とから構成されている、請求項 2 に記載の光偏向装置。

【請求項 4】 制御信号更新部は、最新の制御信号を保持する信号保持部と、制御信号の増減量となる増減信号を生成する増減信号生成部と、判定信号出力部から出力される判定信号に基づいて、信号保持部から出力される最新の制御信号と増減信号生成部から出力される増減信号を加算または減算する演算部とから構成されている、請求項 3 に記載の光偏向装置。

【請求項 5】 入力光ファイバと、複数の出力光ファイバと、入力光ファイ

バから射出された光ビームを複数の出力光ファイバの一つに方向付ける姿勢制御可能な光偏向面を有する光偏向部と、光偏向部を駆動するドライバと、ドライバを制御する制御信号を生成する制御手段と、出力光ファイバにカップリングした光ビームの光強度に応じた光強度信号を出力する複数の光強度検出部と、光強度検出部から出力される光強度信号の経時変化を監視して、その変化に関する情報を光強度監視信号として出力する光強度監視手段と、制御手段から出力される制御信号の経時変化を監視して、その変化に関する情報を制御信号監視信号として出力する制御信号監視手段とを有しており、制御手段は、光強度監視信号と制御信号監視信号とに基づいて光強度検出部からの出力信号を増大させる制御信号を生成する、光スイッチ。

【請求項 6】 制御信号に基づいて光偏向面の姿勢を設定する工程と、制御信号とこれに対応する光強度とを保持する保持工程と、新たな制御信号を生成する生成工程とを有し、これら一連の工程を繰り返して実行する制御方法であって、生成工程は、保持工程の複数回の実行によって得られる、制御信号の変化とこれに同期した光強度の変化に基づいて、光強度が最大に近づくような制御信号を生成することを特徴とする、光偏向装置の制御方法。

【請求項 7】 生成工程は、直前の制御信号の増減及び光強度の増減に着目し、光強度が増加しているときは制御信号の増減を維持するように、また、光強度が減少しているときは制御信号の増減を反転させるようにして、新たな制御信号を生成することを特徴とする、請求項 6 に記載の制御方法。

【請求項 8】 光ビームを偏向する光偏向面を目標の姿勢に制御する制御信号を生成し、光偏向面で偏向された光ビームの光強度を検出し続け、制御信号の変化に対する光強度の変化に基づいて光強度を増大させるように制御信号を変化させ続ける、光偏向装置の制御方法。

【請求項 9】 制御信号を増減させ、制御信号の増減に対して光強度が増加した場合には制御信号の増減を維持し、制御信号の増減に対して光強度が減少した場合には制御信号の増減を反転させる、請求項 8 に記載の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、可動ミラーを用いて光ビームの偏向方向を制御する光偏向装置に関する。また、光偏向装置を用いて複数の光ファイバ間のカップリングを制御する光スイッチに関する。

【0002】**【従来の技術】**

WO01/95013A2は、複数の可動ミラーと、コリメータレンズと、入出力光ファイバ等から構成される光スイッチを開示している。この光スイッチでは、選択した入出力経路に関係する可動ミラーの姿勢を最適化する制御は次のようにして行なわれる。まず、予め決めておいた駆動パターンに基づいて可動ミラーを駆動し、各駆動信号における光量をサンプリングし、駆動信号と光量の関係を曲線となるように近似計算する。次に、得られた近似曲線から、光量が最大となるときの駆動信号を推定し、その駆動信号によって可動ミラーを駆動する。

【0003】**【特許文献1】**

WO01/95013A2

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

WO01/95013A2に開示されている可動ミラーの姿勢の制御方法では、可動ミラーの姿勢と光量との関係を表す近似曲線を求め、求めた近似曲線から光量が最大となる可動ミラーの姿勢を推定する動作が必要である。近似曲線を得るためには、光量が最大となる姿勢を含む比較的広範囲で、可動ミラーを駆動し、光量をサンプリングする必要がある。

【0005】

しかし、可動ミラーの偏向動作による光量の増減は損失の増減となるため、この系に光信号が入力されている場合には、光信号の信号品質が劣化する。従って、前述の制御は例えば光スイッチの稼動中に行なうことは難しい。また、例えば工場出荷時や定期的なキャリブレーション時などに前述の姿勢制御を行なったとしても、光スイッチの稼動中に経時変化や外乱の影響による可動ミラーの姿勢誤

差が生じた場合には対応できず、損失が増加し、やはり光信号の信号品質の劣化を招く。従って、可動ミラーの前述の制御方法では、例えば光スイッチに用いた場合に光信号品質を安定させることができず、光スイッチの信頼性の低下を招くおそれがある。

【0006】

このような不具合を解決する手段の一つとして、例えば特開平11-136190号公報に開示されているように、可動ミラーを微動したことにより光量が増加すれば微動後の姿勢を維持し、可動ミラーを微動したことにより光量が減少すれば微動前の姿勢に戻すといった動作を、可動ミラーの各駆動軸周りに繰り返し行なう方法がある。

【0007】

しかし、この方法では、可動ミラーは、決まったいくつかの方向に対して、一定の順序で繰り返し微動される。従って、可動ミラーは、必然的に、何度も繰り返し不適切な方向にも向けられる。このような不必要な動作の繰り返しは、可動ミラーの姿勢制御の高速化にとって好ましくない。

【0008】

本発明は、このような現状を考慮して成されたものであり、その目的は、可動ミラーの姿勢制御を高速に行なえる信頼性の高い光偏向装置を提供することである。また、本発明の他の目的は、このような光偏向装置を提供することにより、光信号のスイッチングを高速に行なえる信頼性の高い光スイッチを提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、ひとつには、光偏向装置に向けられており、以下の各項に列記する光偏向装置を含んでいる。

【0010】

1. 本発明の光偏向装置は、光ビームを偏向する姿勢制御可能な光偏向面を有する光偏向部と、光偏向部を駆動するドライバと、ドライバを制御する制御信号を生成する制御手段と、光偏向部で偏向された光ビームの光強度に応じた光強度

信号を出力する光強度検出部と、光強度検出部から出力される光強度信号の経時変化を監視して、その変化に関する情報を光強度監視信号として出力する光強度監視手段と、制御手段から出力される制御信号の経時変化を監視して、その変化に関する情報を制御信号監視信号として出力する制御信号監視手段とを有しており、制御手段は、光強度監視信号と制御信号監視信号とに基づいて光強度検出部からの出力信号を増大させる制御信号を生成する。

【0011】

この光偏向装置においては、光強度信号の変化情報と制御信号の変化情報とに基づいて、光強度検出部から出力される光強度信号を増大させる制御信号を生成する。このため、光偏向部の光偏向面は、何度も繰り返し不適切な方向に向けられることなく、最適な方向に向けられた状態に姿勢制御される。つまり、光偏向面は短時間の内に最適状態に姿勢制御される。これにより、光偏向面の姿勢制御の信頼性が向上される。

【0012】

2. 本発明の別の光偏向装置は、第1項の光偏向装置において、制御信号監視手段は、異なる二つの時点における制御信号を保持する二つの制御信号保持部と、制御信号保持部に保持された二つの制御信号を比較して、その増減に関する情報を制御信号監視信号として出力する制御信号比較部とを有しており、光強度監視手段は、異なる二つの時点における光強度信号を保持する二つの光強度信号保持部と、光強度信号保持部に保持された二つの光強度信号を比較して、その増減に関する情報を光強度監視信号として出力する光強度信号比較部とを有している。

【0013】

この光偏向装置においては、異なる二つの時点における光強度信号を比較することにより光強度信号の変化情報を取得し、異なる二つの時点における制御信号を比較することにより制御信号の変化情報を取得する。

【0014】

3. 本発明の別の光偏向装置は、第2項の光偏向装置において、制御手段は、制御信号監視信号と光強度監視信号とに基づいて、制御信号の増減を維持するか

反転させるかの情報を判定信号として出力する判定信号出力部と、判定信号に基づいて制御信号を生成する制御信号更新部とから構成されている。

【0015】

この光偏向装置においては、制御信号の増減に対して光強度信号が増加した場合には制御信号の増減を維持し、制御信号の増減に対して光強度信号が減少した場合には制御信号の増減を反転させることにより、光強度検出部からの出力信号を増大させる制御信号を得る。

【0016】

4. 本発明の別の光偏向装置は、第3項の光偏向装置において、制御信号更新部は、最新の制御信号を保持する信号保持部と、制御信号の増減量となる増減信号を生成する増減信号生成部と、判定信号出力部から出力される判定信号に基づいて、信号保持部から出力される最新の制御信号と増減信号生成部から出力される増減信号を加算または減算する演算部とから構成されている。

【0017】

この光偏向装置においては、最新の制御信号に対して増減信号を加算または減算することにより、光強度検出部からの出力信号を増大させる制御信号を得る。

【0018】

本発明は、ひとつには、光スイッチに向けられており、以下の記す光スイッチを含んでいる。

【0019】

本発明の光スイッチは、入力光ファイバと、複数の出力光ファイバと、入力光ファイバから射出された光ビームを複数の出力光ファイバの一つに方向付ける姿勢制御可能な光偏向面を有する光偏向部と、光偏向部を駆動するドライバと、ドライバを制御する制御信号を生成する制御手段と、出力光ファイバにカップリングした光ビームの光強度に応じた光強度信号を出力する複数の光強度検出部と、光強度検出部から出力される光強度信号の経時変化を監視して、その変化に関する情報を光強度監視信号として出力する光強度監視手段と、制御手段から出力される制御信号の経時変化を監視して、その変化に関する情報を制御信号監視信号として出力する制御信号監視手段とを有しており、制御手段は、光強度監視信号

と制御信号監視信号とに基づいて光強度検出部からの出力信号を増大させる制御信号を生成する。

【0020】

この光スイッチにおいては、光強度信号の変化情報と制御信号の変化情報とに基づいて、光強度検出部からの出力信号を増大させる制御信号を生成する。このため、光偏向部の光偏向面は、何度も繰り返し不適切な方向に向けられることなく、最適な方向に向けられた状態に姿勢制御される。このため、光スイッチの稼動中に光偏向面の姿勢制御を行なうことができる。また、光偏向面は短時間の内に最適状態に姿勢制御される。従って、この光スイッチは、光信号の信号品質の劣化が少なく、しかも、スイッチングを高速で行なえる。

【0021】

本発明は、ひとつには、光偏向装置の制御方法に向けられており、以下の各項に列記する制御方法を含んでいる。

【0022】

1. 本発明の光偏向装置の制御方法は、制御信号に基づいて光偏向面の姿勢を設定する工程と、制御信号とこれに対応する光強度とを保持する保持工程と、新たな制御信号を生成する生成工程とを有し、これら一連の工程を繰り返して実行する制御方法であって、生成工程は、保持工程の複数回の実行によって得られる、制御信号の変化とこれに同期した光強度の変化に基づいて、光強度が最大に近づくような制御信号を生成することを特徴とする。

【0023】

この制御方法においては、制御信号の変化とこれに同期した光強度の変化に基づいて光偏向面の姿勢制御を行なうことにより、光偏向面の姿勢制御の信頼性を向上させると共に、その制御の高速化を図ることができる。

【0024】

2. 本発明の別の制御方法は、第1項の制御方法において、生成工程は、直前の制御信号の増減及び光強度の増減に着目し、光強度が増加しているときは制御信号の増減を維持するように、また、光強度が減少しているときは制御信号の増減を反転させるようにして、新たな制御信号を生成することを特徴とする。

【0025】

この制御方法においては、簡易な手法で所望の制御信号を得ることにより、光偏向面の姿勢制御の更なる高速化を図ることができる。また、直前の制御信号の増減及び光強度の増減に着目することから、光偏向面の姿勢制御の信頼性を更に向上させることができる。

【0026】

3. 本発明の光偏向装置の別の制御方法は、光ビームを偏向する光偏向面を目標の姿勢に制御する制御信号を生成し、光偏向面で偏向された光ビームの光強度を検出し続け、制御信号の変化に対する光強度の変化に基づいて光強度を増大させるように制御信号を変化させ続ける。

【0027】

この制御方法においては、制御信号は、制御信号の変化に対する光強度の変化に基づいて光強度を増大させるように変化され続けられる。これにより、光偏向部の光偏向面は、何度も繰り返し不適切な方向に向けられることなく、最適な方向に向けられた状態に姿勢制御される。つまり、光偏向面は短時間の内に最適状態に姿勢制御される。その後、光偏向面は最適な姿勢に維持される。これにより、光偏向面の姿勢制御の信頼性が向上される。

【0028】

4. 本発明の光偏向装置の別の制御方法は、第3項において、制御信号を増減させ、制御信号の増減に対して、光強度が増加した場合には制御信号の増減を維持し、光強度が減少した場合には制御信号の増減を反転させる。

【0029】

この制御方法においては、制御信号の増減に対して光強度が増加した場合には制御信号の増減を維持し、制御信号の増減に対して光強度が減少した場合には制御信号の増減を反転させることにより、光強度を増大させるように制御信号を変化させ続ける。

【0030】**【発明の実施の形態】**

以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について説明する。

【0031】**第一実施形態**

図1を参照しながら、本発明の第一実施形態の光偏向装置10の構成について説明する。

【0032】

光偏向装置10は、姿勢制御可能な光偏向面を有する可動ミラー（光偏向部）11と、可動ミラー11を駆動するドライバ17と、ドライバ17を制御する制御信号を生成する制御回路15と、可動ミラー11で偏向された光ビームを分岐する光分岐手段12と、光分岐手段12から出力される光ビームの光量に応じた光量信号を出力する光量モニタ13と、光量モニタ13から出力された光量信号の経時変化を監視して、その変化に関する情報を光量監視信号として出力する光量変化監視回路（光強度監視手段）14と、制御回路15から出力される制御信号の経時変化を監視して、その変化に関する情報を制御信号監視信号として出力する制御信号監視回路（制御信号監視手段）16とから構成されている。

【0033】

光分岐手段12と光量モニタ13は、可動ミラー11で偏向された光ビームの光強度に応じた光強度信号を出力する光強度検出部を構成している。

【0034】

次に、本実施形態における光偏向装置10の動作について説明する。

【0035】

制御回路15は、最初に、可動ミラー11の光偏向面を目標の姿勢に制御する制御信号を、制御信号監視回路16とドライバ17に出力する。

【0036】

ドライバ17は、入力される制御信号を可動ミラー11を駆動する駆動信号に変換し、駆動信号を可動ミラー11に出力する。可動ミラー11は、入力された駆動信号に従って光偏向面の姿勢を変更する。

【0037】

光偏向装置10に入力された光ビームは、可動ミラー11で偏向される。可動ミラー11で偏向された光ビームは、光分岐手段12で二つに分岐される。分岐

された一方の光ビームは、光偏向装置 10 から出力され、他方の光ビームはモニタ光として光量モニタ 13 に入力される。光量モニタ 13 は、モニタ光の光量に比例した光量信号を光量変化監視回路 14 に出力する。

【0038】

制御回路 15 は、以降、先に出力した制御信号から僅かに変化させた制御信号を、制御信号監視回路 16 とドライバ 17 に出力する。

【0039】

制御信号監視回路 16 は、制御回路 15 から出力される連続する二つの制御信号に基づいて、制御信号の変化に対応した制御信号監視信号を制御回路 15 に出力する。また、光量変化監視回路 14 は、連続する二つの制御信号に対応して光量モニタ 13 から出力される連続した二つの光量信号に基づいて、光量信号の変化に対応した光量監視信号を制御回路 15 に出力する。

【0040】

制御回路 15 は、以降、光量監視信号と制御信号監視信号に基づいて光量信号を増大させる制御信号を生成する。

【0041】

次に、図 2 と図 3 を参照しながら、光量信号を増大させる制御信号の生成について説明する。

【0042】

図 2 は、可動ミラー 11 の偏向角に対する光量の変化パターン 20 を示している。図 2 に示されるように、光量の変化パターン 20 は、可動ミラー 11 の偏向角 23 に対して最大値 24 を取る。なお、偏向角 23 において可動ミラー 11 の偏向角が 0 度であるとは限らない。

【0043】

図 3 は、可動ミラー 11 の実際の偏向に対する、光量の変化を模式的に示している。図 3 において、光量は、可動ミラー 11 の偏向角 30 に対して光量値 31 を取り、偏向角 32 に対して光量値 33、偏向角 34 に対して光量値 35、偏向角 36 に対して光量値 37 を取る。破線で示された光量の変化パターン 20a は、光量値 31、33、35、37 の他は分からないことを示している。

【0044】

可動ミラー 11 の偏向角が偏向角 23 より小さい場合、可動ミラー 11 を例えば偏向角 30 から偏向角 32 へと変化させると、光量は光量値 31 から光量値 33 へと増加する。一方、可動ミラー 11 の偏向角が偏向角 23 より大きい場合、可動ミラー 11 を例えば偏向角 34 から偏向角 36 へと変化させると、光量は光量値 35 から光量値 37 へと減少する。

【0045】

図 3 を参照しながら、制御信号の増減を判断する動作について説明する。

【0046】

例えば、可動ミラー 11 の偏向角を、偏向角 30 から偏向角 32 に増大させると、光量は光量値 31 から光量値 33 に増加する。偏向角の増大に対して光量が増加したことから、可動ミラー 11 の偏向角は、光量の変化パターン 20a の最大値 24 を与える偏向角 23 よりも小さいと判断できる。従って、可動ミラー 11 の偏向角を現在よりも増大させたときに光量がさらに増加する可能性が高いと判断できる。

【0047】

一方、可動ミラー 11 の偏向角を、偏向角 34 から偏向角 36 に増大させると、光量は光量値 35 から光量値 37 に減少する。偏向角の増大に対して光量が減少したことから、可動ミラー 11 の偏向角は、光量の変化パターン 20a の最大値 24 を与える偏向角 23 よりも大きいと判断できる。従って、可動ミラー 11 の偏向角を現在よりも減少させたときに光量が増加する可能性が高いと判断できる。

【0048】

なお、偏向角を減少させたときの判断についても同様である。

【0049】

以上から、下記の (a) ～ (d) の制御を行なうことにより、可動ミラー 11 の偏向角を最大の光量値 24 を与える偏向角 23 に近づけることが可能である。

【0050】

(a) 偏向角を増大させたときに光量が増加すれば、今よりも偏向角を増大させ

る制御信号を生成する。

【0051】

(b) 偏向角を増大させたときに光量が減少すれば、今よりも偏向角を減少させる制御信号を生成する。

【0052】

(c) 偏向角を減少させたときに光量が増加すれば、今よりも偏向角を減少させる制御信号を生成する。

【0053】

(d) 偏向角を減少させたときに光量が減少すれば、今よりも偏向角を増大させる制御信号を生成する。

【0054】

図4を参照しながら、光量変化監視回路14と制御信号監視回路16の具体的な構成と動作について説明する。

【0055】

制御信号監視回路16は、制御回路15から出力された制御信号を保持するメモリ（制御信号保持部）41と、メモリ41に保持された制御信号の直前に制御回路15から出力された制御信号を保持するメモリ（制御信号保持部）42と、メモリ41とメモリ42に保持されている制御信号の差を求める減算回路（制御信号比較部）43とから構成されている。

【0056】

光量変化監視回路14は、メモリ41に保持されている制御信号によって可動ミラー11が駆動されたときの光量信号を保持するメモリ（光強度信号保持部）44と、メモリ42に保持されている制御信号によって可動ミラー11が駆動されたときの光量信号を保持するメモリ（光強度保持部）45と、メモリ44とメモリ45に保持されている光量信号の差を求める減算回路（光強度信号比較部）46とから構成されている。

【0057】

制御回路15は、制御信号をドライバ17とメモリ41に出力する。メモリ41は、それまで保持していた制御信号をメモリ42に出力すると共に、新しく入

力された制御信号を保持する。メモリ 42 は、それまで保持していた制御信号を破棄し、新しく入力された制御信号を保持する。減算回路 43 は、メモリ 41 とメモリ 42 に保持されている制御信号の差を求め、その差に対応した信号を制御回路 15 に出力する。減算回路 43 は、制御信号の差そのものの信号を出力しても、差に対応した符号の信号を出力してもよい。制御回路 15 は、減算回路 43 の出力から制御信号の増減を判断する。

【0058】

ドライバ 17 は、新たに入力された制御信号を駆動信号に変換して可動ミラー 11 に出力する。可動ミラー 11 は、新たに入力された駆動信号に従って偏向面の姿勢を変更する。その結果、光量モニタ 13 から出力される光量信号は変化する。

【0059】

光量モニタ 13 は光量信号をメモリ 44 に出力する。メモリ 44 は、それまで保持していた光量信号をメモリ 45 に出力すると共に、光量モニタ 13 から新しく入力された光量信号を保持する。メモリ 45 は、それまで保持していた光量信号を破棄し、新しく入力された光量信号を保持する。減算回路 46 は、メモリ 44 とメモリ 45 に保持されている光量信号の差を求め、その差に対応した信号を制御回路 15 に出力する。減算回路 46 は、光量信号の差そのものの信号を出力しても、差に対応した符号の信号を出力してもよい。制御回路 15 は、減算回路 46 の出力から光量信号の増減を判断する。

【0060】

次に、図 5 を参照しながら、光量変化監視回路 14 と制御信号監視回路 16 の別の具体的な構成と動作について説明する。

【0061】

制御信号監視回路 16 は、制御回路 15 から出力された制御信号を保持する二つのメモリ（制御信号保持部）51 と 52 と、メモリ 51 とメモリ 52 に保持されている制御信号の差を求める減算回路（制御信号比較部）53 と、入力される制御信号をメモリ 51 とメモリ 52 に交互に切り替えて送る切替器 57 とから構成されている。

【0062】

光量変化監視回路 14 は、光量モニタ 13 から出力された光量信号を保持する二つのメモリ（光強度保持部）54 と 55 と、メモリ 54 とメモリ 55 に保持されている制御信号の差を求める減算回路（光強度信号比較部）56 と、入力される光量信号をメモリ 54 とメモリ 55 に交互に切り替えて送る切替器 58 とから構成されている。

【0063】

切替器 57 と切替器 58 の切替タイミングは同期しており、例えば制御回路 15 から出力される同期信号に従って切り替えを行なう。

【0064】

制御回路 15 は、制御信号をドライバ 17 と切替器 57 に出力する。切替器 57 は、制御信号をメモリ 51 とメモリ 52 の一方に交互に送ると共に、メモリ 51 とメモリ 52 に保持されている制御信号の時間的な関係に関する信号を減算回路 53 に出力する。メモリ 51 とメモリ 52 は、新しく入力された制御信号を保持し、それまで保持していた制御信号は破棄する。減算回路 53 は、メモリ 51 とメモリ 52 に保持されている制御信号と、切替器 57 から入力される制御信号の時間的な関係に関する信号とに基づいて、時間的に新しい制御信号から時間的に古い制御信号を減算し、その差に対応した信号を制御回路 15 に出力する。減算回路 53 は、制御信号の差そのものの信号を出力しても、差に対応した符号の信号を出力してもよい。制御回路 15 は、減算回路 53 の出力から制御信号の増減を判断する。

【0065】

ドライバ 17 は、新たに入力された制御信号を駆動信号に変換して可動ミラー 11 に出力する。可動ミラー 11 は、新たに入力された駆動信号に従って偏向面の姿勢を変更する。その結果、光量モニタ 13 から出力される光量信号は変化する。

【0066】

光量モニタ 13 は光量信号を切替器 58 に出力する。切替器 58 は、光量信号をメモリ 54 とメモリ 55 の一方に交互に送ると共に、メモリ 54 とメモリ 55

に保持されている光量信号の時間的な関係に関する信号を減算回路 56 に出力する。メモリ 54 とメモリ 55 は、新しく入力された光量信号を保持し、それまで保持していた光量信号は破棄する。減算回路 56 は、メモリ 54 とメモリ 55 に保持されている光量信号と、切替器 58 から入力される光量信号の時間的な関係に関する信号とに基づいて、時間的に新しい光量信号から時間的に古い光量信号を減算し、その差に対応した信号を制御回路 15 に出力する。減算回路 56 は、光量信号の差そのものの信号を出力しても、差に対応した符号の信号を出力してもよい。制御回路 15 は、減算回路 56 の出力から光量信号の増減を判断する。

【0067】

次に、図 6 を参照しながら、制御回路 15 の具体的な構成と動作について説明する。

【0068】

制御回路 15 は、制御信号監視回路 16 からの制御信号監視信号と光量変化監視回路 14 からの光強度監視信号とに基づいて、制御信号の増減を維持するか反転させるかの情報を判定信号として出力する論理回路（判定信号出力部）65 と、判定信号に基づいて制御信号を生成する制御信号更新部 64 とから構成されている。

【0069】

論理回路 65 は、制御信号の増減に対して光強度信号が増加した場合には制御信号の増減を維持する判定信号を出力し、制御信号の増減に対して光強度信号が減少した場合には制御信号の増減を反転させる判定信号を出力する。

【0070】

制御信号更新部 64 は、最新の制御信号を保持する信号保持回路（信号保持部）61 と、制御信号の増減量となる増減信号を生成する信号発生器（増減信号生成部）62 と、論理回路 65 から入力される判定信号に基づいて、制御信号保持回路 61 から出力される制御信号と信号発生器 62 から出力される増減信号を加算または減算する加減算回路（演算部）63 とから構成されている。

【0071】

加減算回路 63 は、可動ミラー 11 の姿勢の変更を行なうタイミング毎に、論

理回路 6 5 からの判定信号に従って、信号保持回路 6 1 の出力信号と信号発生器 6 2 の出力信号とを加算または減算し、その結果を制御信号として信号保持回路 6 1 とドライバ 1 7 に出力する。信号保持回路 6 1 は、これまで保持していた制御信号を破棄し、新しく入力された制御信号を最新の制御信号として保持する。信号発生器 6 2 は、一度の姿勢制御における可動ミラー 1 1 の偏向角の変更量を決める増減信号を出力する。

【0072】

信号発生器 6 2 から出力される増減信号は可変であり、例えば、光量が小さい場合には増減信号を大きくして偏向角の変更量を大きくし、光量が大きい場合には増減信号を小さくして偏向角の変更量が小さくしてもよい。

【0073】

論理回路 6 5 は、例えば XOR と NOT とで構成される。論理回路 6 5 は、光量変化監視回路 1 4 の出力信号と制御信号監視回路 1 6 の出力信号とが同じ極性を有する（正負が一致する）場合には、加減算回路 6 3 に加算を指示する判定信号を出力し、光量変化監視回路 1 4 の出力信号と制御信号監視回路 1 6 の出力信号とが異なる極性を有する（正負が異なる）場合には、加減算回路 6 3 に減算を指示する判定信号を出力する。

【0074】

図 6 に示される制御回路 1 5 は、図 4 に示された光量変化監視回路 1 4 と制御信号監視回路 1 6 と組み合わせられても、図 5 に示された光量変化監視回路 1 4 と制御信号監視回路 1 6 と組み合わせられてもよい。

【0075】

本実施形態の光偏向装置によれば、制御信号の変化と光強度信号の変化とに基づいて、光量が増加する姿勢を推測して、光量信号を増大させる制御信号を生成するため、可動ミラー 1 1 の偏向面を、少ない回数の偏向角の変更によって、最適な姿勢に制御することができる。つまり、可動ミラー 1 1 の光偏向面を、何度も繰り返し不適切な方向に向けることなく、最適な方向に向けることができる。これにより、光偏向面の姿勢制御の信頼性が向上される。

【0076】

第一実施形態は、各種の変更や変形が施されてもよい。例えば、制御回路 15 から出力される制御信号により、可動ミラー 11 の姿勢は一意に決まるため、制御信号を監視する代わりに、ドライバ 17 から出力される駆動信号の増減を監視してもよい。また、可動ミラー 11 の姿勢に関する情報を検出するセンサを付加し、そのセンサ出力の増減を監視してもよい。

【0077】

第二実施形態

本発明の第二実施形態について説明する。本実施形態は、第一実施形態の光偏向装置を用いた光スイッチに向けられている。

【0078】

図 7 を参照しながら、本実施形態の光スイッチについて説明する。

【0079】

本実施形態の光スイッチ 70 は、少なくとも一つのレンズ付入力光ファイバ 71 と、複数のレンズ付出力光ファイバ 72 と、可動ミラー 11a を含む光偏向装置 77 と、可動ミラー 11b を含む別の光偏向装置 78 と、可動ミラー 11a と可動ミラー 11b と共働してレンズ付入力光ファイバ 71 から射出される光ビームを複数のレンズ付出力光ファイバ 72 の一つに方向付ける光スイッチ光学系 73 と、それぞれのレンズ付出力光ファイバ 72 に入力された光ビームの一部を分岐させる複数のスプリッタ 74 と、それぞれのスプリッタ 74 によって分岐された光ビームの光量に対応する光量信号を出力する複数の光量モニタ 75 と、光量モニタ 75 から出力される光量信号を光偏向装置 77 と光偏向装置 78 の一方に選択的に送る切替器 76 とから構成されている。

【0080】

複数のスプリッタ 74 と複数の光量モニタ 75 は、レンズ付出力光ファイバ 72 にカップリングした光ビームの光量に応じた光量信号を出力する複数の光強度検出部を構成している。

【0081】

光偏向装置 77 と光偏向装置 78 は共に、第一実施形態の光偏向装置 10 に似た構成を有している。より詳しくは、光偏向装置 77 と光偏向装置 78 は共に、

第一実施形態の光偏向装置 10 から光分岐手段 12 と光量モニタ 13 を省いた構成を有している。

【0082】

従って、光偏向装置 77 は、姿勢制御可能な光偏向面を有する可動ミラー（光偏向部）11a と、可動ミラー 11a を駆動するドライバ 17a と、ドライバ 17a を制御する制御信号を生成する制御回路（制御手段）15a と、切替器 76 から入力される光量信号の変化を監視して、その変化に関する情報を光量監視信号として出力する光量変化監視回路（光強度監視手段）14a と、制御回路 15a から出力される制御信号の変化を監視して、その変化に関する情報を制御信号監視信号として出力する制御信号監視回路（制御信号監視手段）16a とから構成され、制御回路 15a は、光量監視信号と制御信号監視信号とに基づいて制御信号を生成する。

【0083】

同様に、光偏向装置 78 は、姿勢制御可能な光偏向面を有する可動ミラー（光偏向部）11b と、可動ミラー 11b を駆動するドライバ 17b と、ドライバ 17b を制御する制御信号を生成する制御回路（制御手段）15b と、切替器 76 から入力される光量信号の変化を監視して、その変化に関する情報を光量監視信号として出力する光量変化監視回路（光強度監視手段）14b と、制御回路 15b から出力される制御信号の変化を監視して、その変化に関する情報を制御信号監視信号として出力する制御信号監視回路（制御信号監視手段）16b とから構成され、制御回路 15b は、光量監視信号と制御信号監視信号とに基づいて制御信号を生成する。

【0084】

光偏向装置 77 と光偏向装置 78 の各部の詳細な構成と動作は第一実施形態の光偏向装置 10 と実質的に同じである。

【0085】

次に、図 8 を参照しながら、本実施形態の光スイッチの動作を説明する。工程 81 において、レンズ付入力光ファイバ 71 と目標のレンズ付出力光ファイバ 72 とをカップリングさせるように、可動ミラー 11a と 11b を偏向させる。工

程 8 2 において、可動ミラー 1 1 a の X 軸周りの姿勢制御を行なう。工程 8 3 において、可動ミラー 1 1 a の Y 軸周りの姿勢制御を行なう。工程 8 4 において、可動ミラー 1 1 b の X 軸周りの姿勢制御を行ない、工程 8 5 において、可動ミラー 1 1 b の Y 軸周りの姿勢制御を行なう。工程 8 6 において、レンズ付入力光ファイバ 7 1 とレンズ付出力光ファイバ 7 2 のカップリング経路を切り替えるか判断し、経路を維持する場合は工程 8 2 に戻り、経路を切り替える場合には、工程 8 7 において経路を切り替える。

【0086】

図 9 を参照しながら、工程 8 2 ～工程 8 5 の姿勢制御動作について説明する。以下の説明では、可動ミラー 1 1 a と可動ミラー 1 1 b を代表的に可動ミラー 1 1 で表現する。工程 8 0 1 において、偏向前の制御信号を保持し、工程 8 0 2 において、偏向前の光量を保持する。次に、工程 8 0 3 において、制御信号を変更して可動ミラー 1 1 を偏向させる。次に、工程 8 0 4 において、偏向後の制御信号を保持し、工程 8 0 5 において、偏向後の光量を保持する。次に、工程 8 0 6 において、工程 8 0 1 で得られた制御信号と工程 8 0 4 で得られた制御信号とから制御信号の増減を判断する。次に、工程 8 0 7 において、工程 8 0 2 で得られた光量と工程 8 0 5 で得られた光量とから光量の増減を判断する。次に、工程 8 0 8 において、制御信号の増減を求める工程 8 0 6 の判断結果と光量の増減を求める工程 8 0 7 の判断結果とから、可動ミラー 1 1 を偏向させる次回の工程 8 0 3 で制御信号を増やすのか減らすのかを決める。

【0087】

この姿勢制御においては、例えば、レンズ付入力光ファイバ 7 1 とレンズ付出力光ファイバ 7 2 とをカップリングさせるために必要な可動ミラーの個数が更に多い場合には、姿勢制御動作の工程を増やすことによって、容易に対応可能である。

【0088】

図 1 0 を参照しながら、工程 8 2 ～工程 8 5 の別の姿勢制御動作について説明する。工程 8 0 1 ～工程 8 0 8 は、図 9 の姿勢制御動作と同様である。工程 8 0 9 においては、工程 8 0 6 において制御信号を増やすのか減らすのかを判断する

符号が反転したときを検出し、符号が反転した時点で光量が最大に到達したと判断する。

【0089】

図9の姿勢制御動作では、一つの軸周りの姿勢制御を行なった後に、再びその姿勢制御を行なうまでに、それ以外の三つの軸周りの姿勢制御を行なっている。つまり、例えば、可動ミラー11aのX軸周りの姿勢制御を行なった後、この姿勢制御を再び行なうまでに、可動ミラー11aのY軸周りの姿勢制御と可動ミラー11bのX軸周りの姿勢制御とY軸周りの姿勢制御とを行なっている。このため、一つの軸周りの姿勢制御は、他の三つの軸周りの姿勢制御を行なったことによる光量変化の影響を受けている。

【0090】

これに対して、図10の姿勢制御動作では、各軸周り毎に独立して姿勢制御を行なうため、姿勢制御に対する光量変化が直接フィードバックされる。

【0091】

本実施形態の光スイッチでは、光量が増加する姿勢を推測して、光量信号が増大するように、可動ミラー11aと11bの姿勢を制御する光偏向装置77と78を用いて、目標のレンズ出力光ファイバ72にカップリングさせる光ビームの方向を制御している。従って、光スイッチの動作中であっても、可動ミラー11aと11bの姿勢制御を行なうことができる。また、可動ミラー11aと11bの偏向面を、少ない回数の偏向角の変更によって、最適な姿勢に制御することができるため、光スイッチに求められる高速な切り替えを行なうことができる。

【0092】

本実施形態は、各種の変形や変更が施されてもよい。

【0093】

例えば、本実施形態の光スイッチは、二つの光偏向装置77と78を含んでいるが、その個数はそれに限定されるものでない。すなわち、光スイッチは、たった一つの光偏向装置を含んでいるだけであってもよい。あるいは、光スイッチは、これとは反対に、三つ以上の光偏向装置を含んでいてもよい。

【0094】

また、レンズ付入力光ファイバ71とレンズ付出力光ファイバ72は共に、個別のレンズと光ファイバとで構成されてもよい。光ファイバは個別であっても、アレイ状であってもよい。レンズも個別であっても、アレイ状であってもよい。また、入力光ファイバと出力光ファイバは同一のアレイであってもよい。また、光スイッチ光学系73は、可動ミラー11aと可動ミラー11bの他に固定反射ミラーを含んでいてもよく、また可動ミラー11aと可動ミラー11bは同一の可動ミラーアレイ上に位置していてもよい。

【0095】

さらに、可動ミラーの姿勢制御において、工程82と工程83の間に工程86が追加されてもよく、また工程83と工程84の間に工程86が追加されてもよく、また工程84と工程85の間に工程86が追加されてもよい。また、X軸周りの姿勢制御とY軸周りの姿勢制御の順序は逆にされてもよく、可動ミラー11aの姿勢制御と可動ミラー11bの姿勢制御の順序も逆にされてもよい。

【0096】

静電型MEMSミラー

第一実施形態と第二実施形態における可動ミラー（光偏向部）は例えば静電型MEMSミラーで構成される。以下、図11と図12を参照しながら、静電型MEMSミラーについて説明する。

【0097】

図11と図12に示されるように、静電型MEMSミラーは、ミラー部（光偏向面）92と、ミラー部92を取り囲むミラー支持部材94と、ミラー部92とミラー支持部材94を接続している一対のヒンジ95aと95bと、ミラー支持部材94を支持する一対のヒンジ96aと96bと、ヒンジ96aと96bを支持すると共にミラー部92が偏向するための空間を確保するための基板97と、基板97に設けられた四つの互いに独立した駆動電極（駆動電極）91a～91dと、ミラー部92に駆動電極91a～91dに対向して設けられた共通電極93とから構成されている。

【0098】

このような静電型MEMSミラーにおいては、四つの駆動電極91a～91d

には予め基準となるバイアス電圧が印加され、ミラー部 92 の偏向は、駆動する軸を基準にして互いに反対側に位置する駆動電極のバイアス電圧に逆極性の駆動電圧を印加することによって行なわれる。

【0099】

具体的には、バイアス電圧を V_0 、X 軸周りの所望の偏向量に対応した制御電圧を V_x 、Y 軸周りの所望の偏向量に対応した制御電圧を V_y とすると、四つの駆動電極 91a、91b、91c、91d に印加される駆動電圧 V_a 、 V_b 、 V_c 、 V_d はそれぞれ以下の式で与えられる。

【0100】

$$V_a = V_0 + (-V_x + V_y) / 2$$

$$V_b = V_0 + (V_x + V_y) / 2$$

$$V_c = V_0 + (-V_x - V_y) / 2$$

$$V_d = V_0 + (V_x - V_y) / 2$$

静電型 MEMS ミラーの駆動方法は、例えば書籍「光マイクロマシン」(オーム社)の 159 頁に開示されており、既に広く知られている技術であるので、その詳細な説明は省略する。 V_x と V_y は、偏向の方向に応じて正負の値を取り、軸周りにミラー部 92 を右回りに偏向させるときに + の値を取り、左回りに偏向させるときに - の値を取る。この駆動方法は一軸周りの偏向に対しても当然適用できる。

【0101】

ここでは、可動ミラー 11 が静電型 MEMS ミラーで構成されることを例示したが、可動ミラー 11 は、これに限定されるものではなく、例えば、電磁型 MEMS ミラーで構成されても、機械要素を組み合わせた可動ミラーで構成されてもよい。

【0102】

これまで、図面を参照しながら本発明の実施の形態を述べたが、本発明は、これらの実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において様々な変形や変更が施されてもよい。

【0103】

【発明の効果】

本発明によれば、光信号の信号品質の劣化が少なく、かつ、可動ミラーの姿勢制御を高速に行なえる光偏向装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第一実施形態による光偏向装置の構成を示している。

【図 2】 図 1 に示される可動ミラーの偏向角に対する光量の変化パターンを示している。

【図 3】 図 1 に示される可動ミラーの実際の偏向に対する光量の変化を模式的に示している。

【図 4】 図 1 の光偏向装置の構成を示しており、特に光量変化監視回路と制御信号監視回路の具体的な構成を示している。

【図 5】 図 1 の光偏向装置の構成を示しており、特に光量変化監視回路と制御信号監視回路の別の具体的な構成を示している。

【図 6】 図 1 の光偏向装置の構成を示しており、特に制御回路の具体的な構成を示している。

【図 7】 本発明の第二実施形態による光スイッチの構成を示している。

【図 8】 図 7 に示される光スイッチの動作を示すフローチャートである。

【図 9】 図 8 に示される工程 8 2 ～工程 8 5 の姿勢制御動作を示すフローチャートである。

【図 10】 図 8 に示される工程 8 2 ～工程 8 5 の別の姿勢制御動作を示すフローチャートである。

【図 11】 図 1 と図 7 の可動ミラーとして適用可能な静電型 MEMS ミラーの平面図である。

【図 12】 図 11 の XII-XII 線に沿った静電型 MEMS ミラーの断面図である。

【符号の説明】

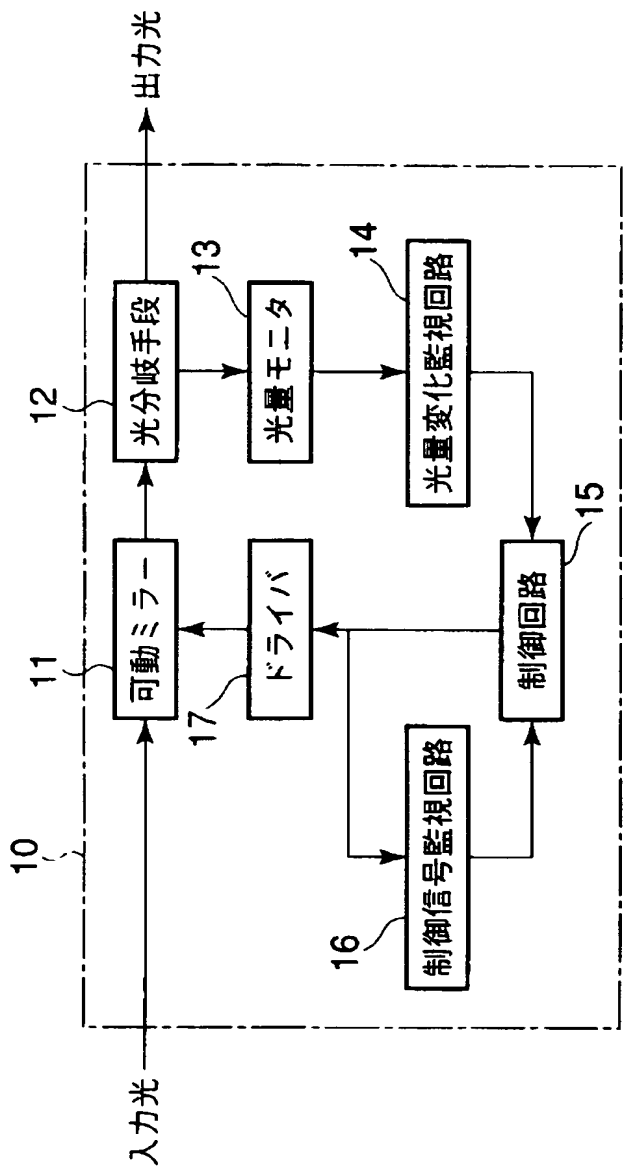
10…光偏向装置、11…可動ミラー、12…光分岐手段、13…光量モニタ、14…光量変化監視回路、15…制御回路、16…制御信号監視回路、17…ドライバ、41…メモリ、42…メモリ、43…減算回路、44…メモリ、45…

メモリ、4 6 …減算回路、5 1 …メモリ、5 2 …メモリ、5 3 …減算回路、5 4 …メモリ、5 5 …メモリ、5 6 …減算回路、5 7 …切替器、5 8 …切替器、6 1 …信号保持回路、6 2 …信号発生器、6 3 …加減算回路、6 4 …制御信号更新部、6 5 …論理回路。

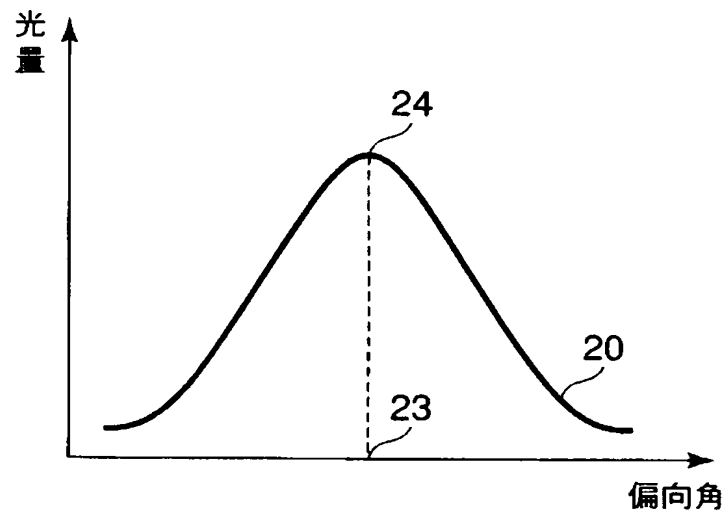
【書類名】

図面

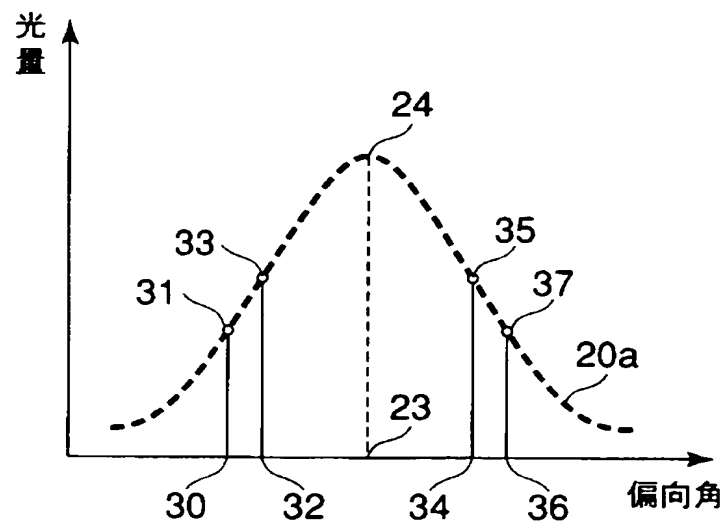
【図 1】



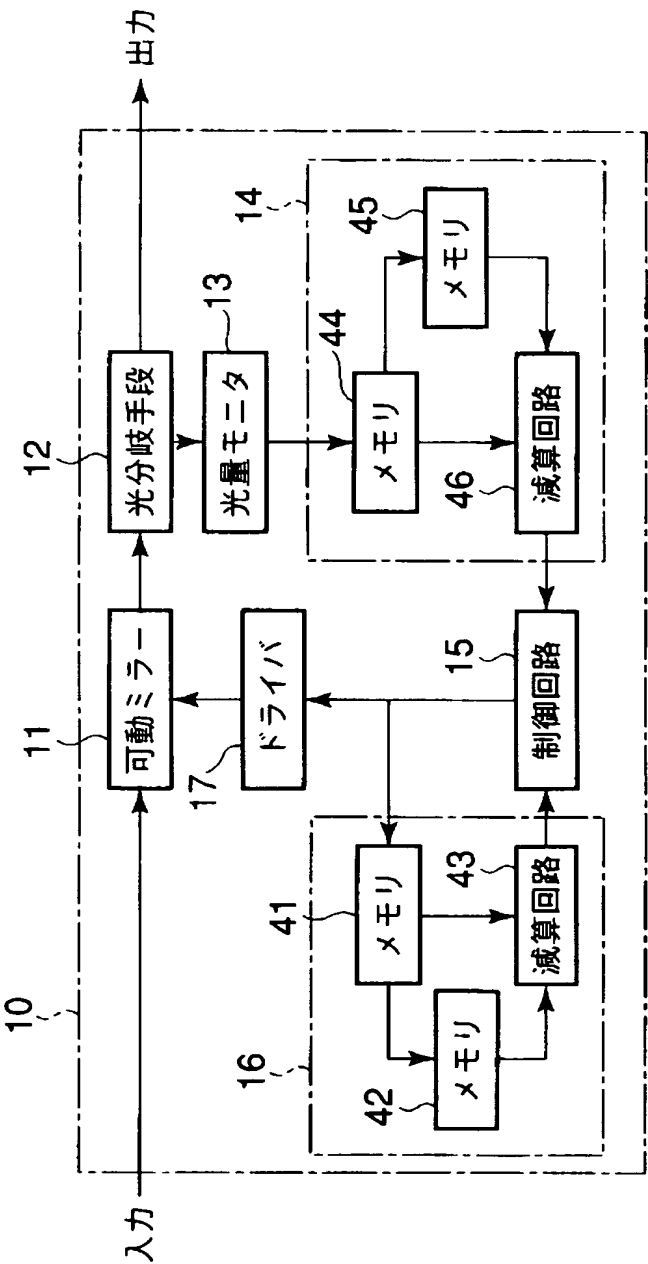
【図 2】



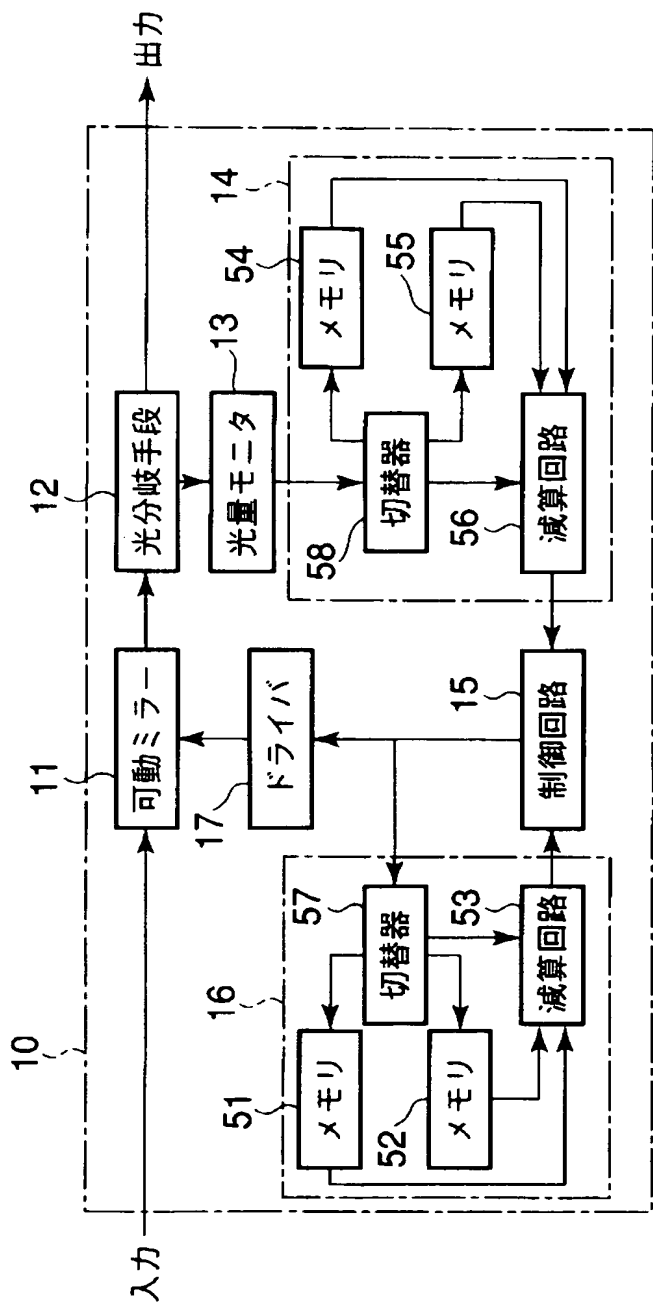
【図 3】



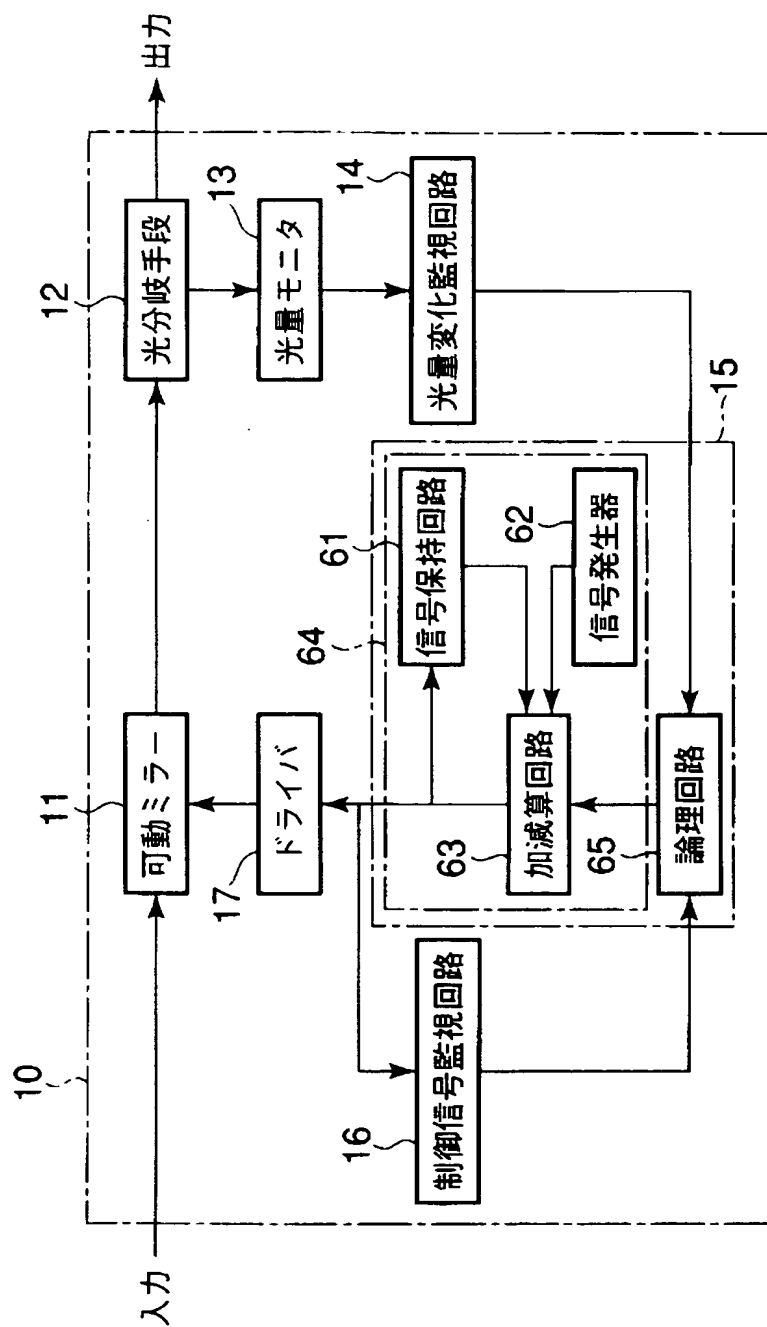
【図 4】



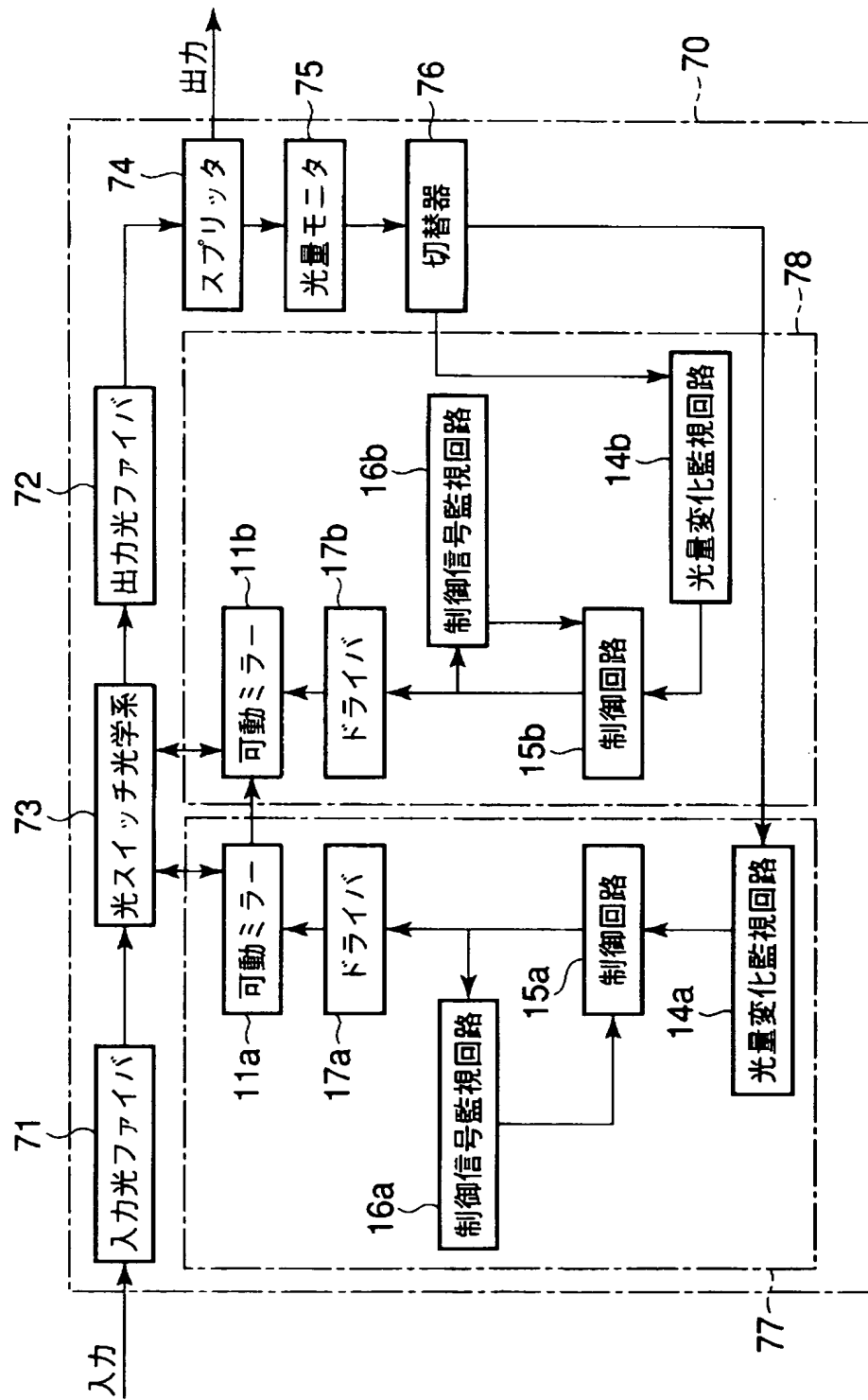
【図 5】



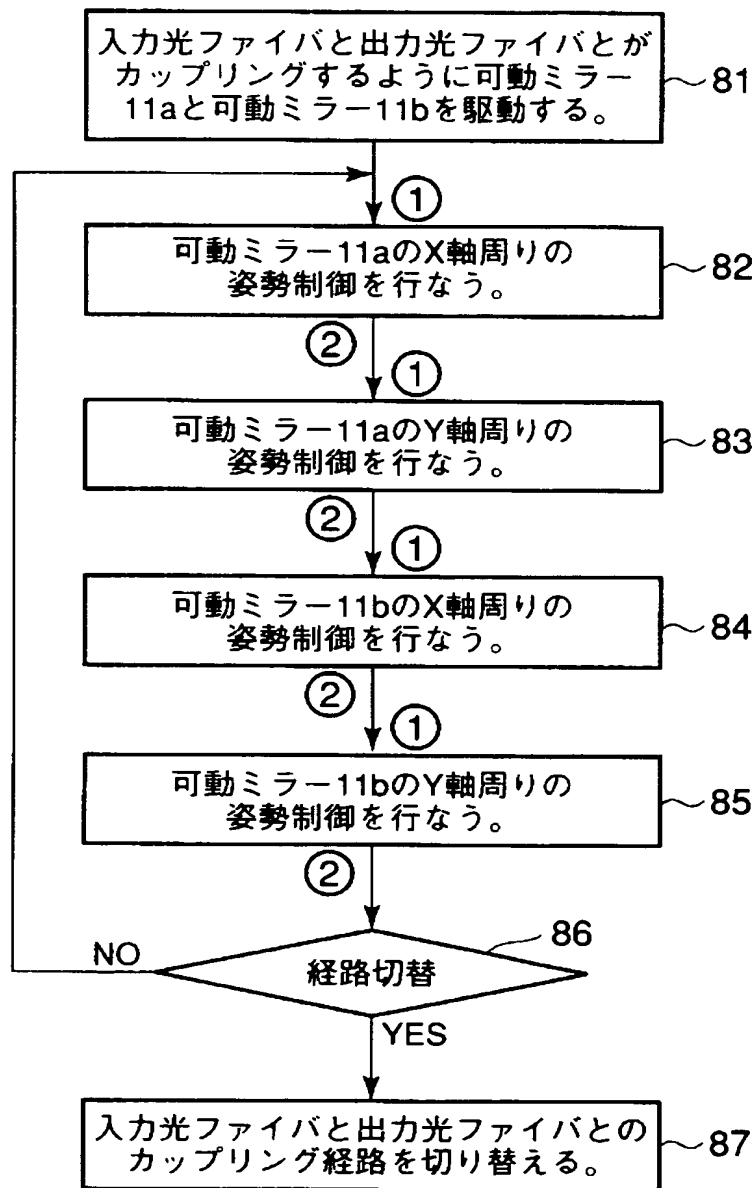
【図 6】



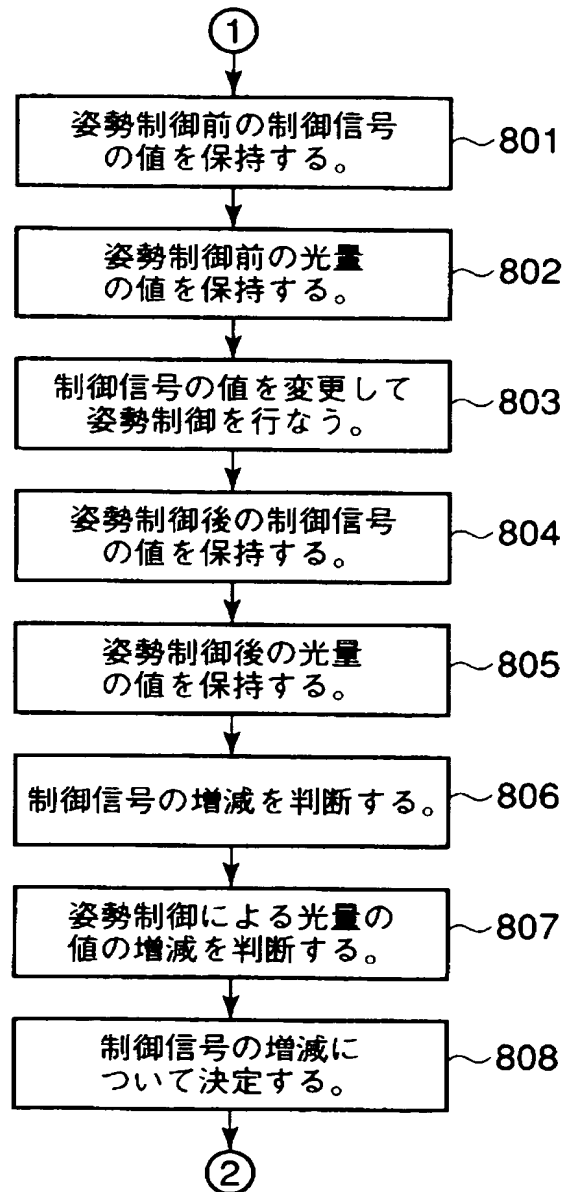
【図 7】



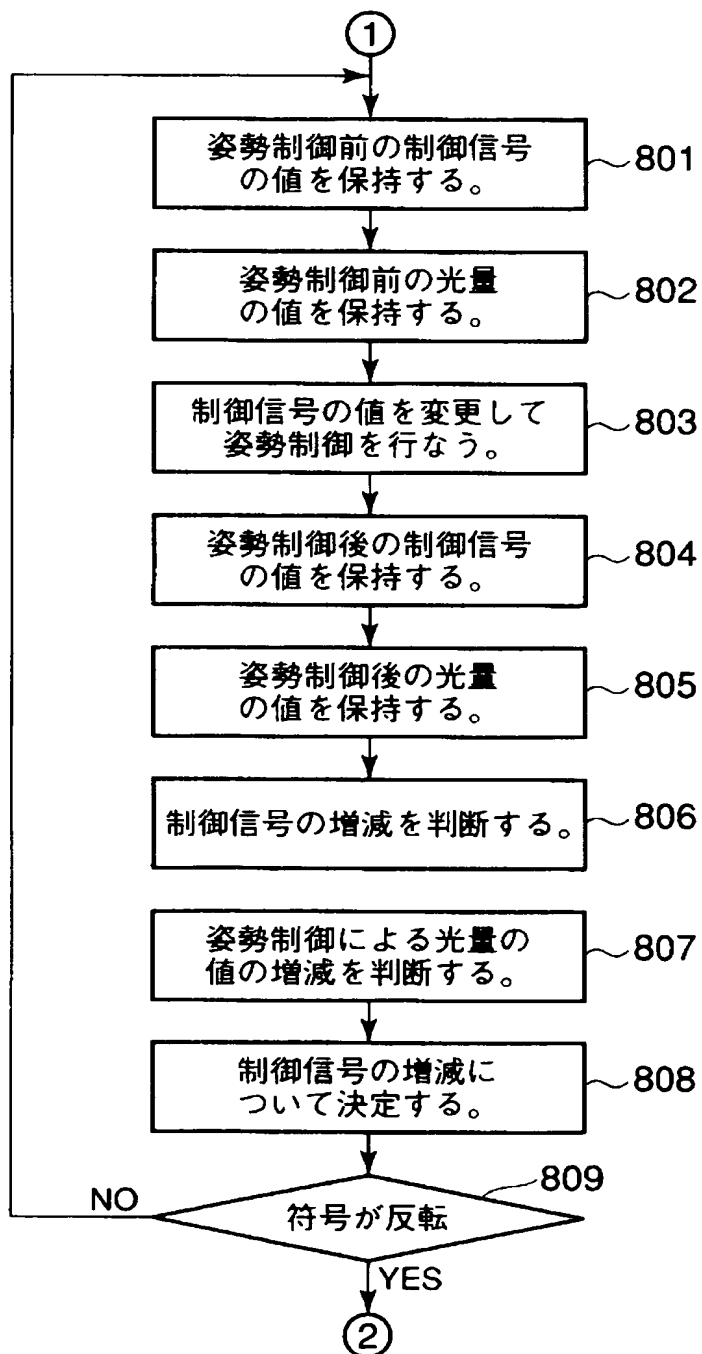
【図 8】



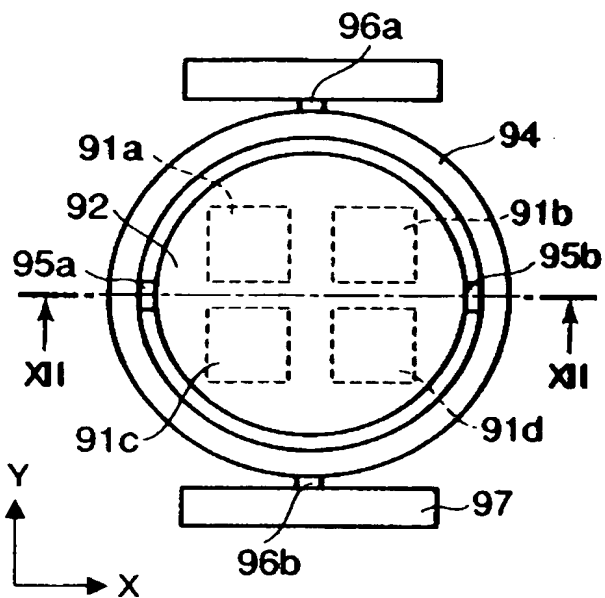
【図 9】



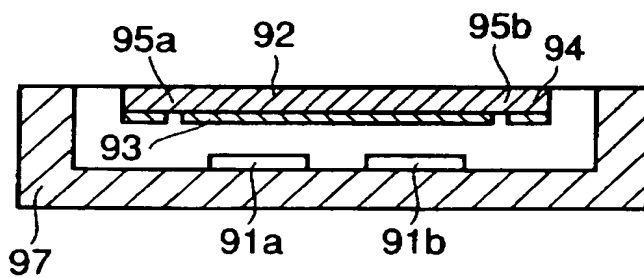
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 可動ミラーの高速姿勢制御可能な高信頼性の光偏向装置を提供する。

【解決手段】 光偏向装置 10 は、姿勢制御可能な光偏向面を有する可動ミラー 11 と、可動ミラー 11 を駆動するドライバ 17 と、ドライバ 17 を制御する制御信号を生成する制御回路 15 と、可動ミラー 11 で偏向された光ビームを分岐する光分岐手段 12 と、光分岐手段 12 から出力される光量に応じた光量信号を出力する光量モニタ 13 と、光量モニタ 13 から出力された光量信号の経時変化を監視して、その変化に関する情報を光量監視信号として出力する光量変化監視回路 14 と、ドライバ 17 に入力される制御信号の経時変化を監視して、その変化に関する情報を制御信号監視信号として出力する制御信号監視回路 16 とから構成されている。制御回路 15 は、光量監視信号と制御信号監視信号に基づいて光量信号を増大させる制御信号を生成する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 8 8 5 1 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 0 3 7 6]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 0 日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号
氏 名 オリパス光学工業株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 1 0 月 1 日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号
氏 名 オリパス株式会社